

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕСА «УЗЕЛ-ФУНКЦИЯ-ОБЪЕКТ»

А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец, С.В. Зиньков,
С.В. Игрунова, С.И. Маторин, М.Ф. Тубольцев

Белгородский государственный университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
e-mail: matorin@bsu.edu.ru

Рассматриваются перспективные направления развития оригинального системно-объектного подхода, основанного на представлении системы в виде конструкции «Узел-Функция-Объект», а также программного CASE-инструментария «UFO-toolkit», автоматизирующего процедуру моделирования с помощью данного подхода.

Ключевые слова: управление бизнес-процессами, системно-объектный подход, узел, функция, объект, УФО-подход, УФО-анализ, УФО-элемент, УФО-модель, УФО-библиотека.

ВВЕДЕНИЕ

Специалисты по информационным технологиям (ИТ) все чаще обращают внимание на то, что, в настоящее время, начался новый специфический этап в эволюции ИТ. 80-е годы рассматривались как этап создания и развития инфраструктуры управления данными. В результате для использования данных на предприятии и развертывания программных приложений, основанных на этих данных, стали применять специальные средства – СУБД (DBMS). В 2000-е годы начался этап создания и развития инфраструктуры управления бизнес-процессами. Результатом данного этапа является появление систем управления бизнес-процессами – СУБП (Business Process Management System – BPMS). И также как сегодня информационная работа с данными немыслима без использования какой-либо СУБД, завтра информационное обеспечение бизнеса будет немыслимо без соответствующей СУБП.

Основным средством информационного обеспечения бизнеса является моделирование бизнес-процессов. «Последние полтора десятка лет все только и говорили о том, что нужны средства моделирования бизнес-процессов и продуктов, способные автоматизировать эту работу, – говорит Томас Галлидж, профессор университета Джорджа Мэйсона и президент фирмы Enterprise Integration (Фэрфакс, шт. Виргиния). – Если этого удастся добиться, сразу же произойдет мощный рывок вперед». Менеджеры ИТ, а вместе с ними и специалисты по бизнесу уже осознали: перед тем как приступить к развертыванию систем управления предприятием, крайне необходимо провести моделирование бизнес-процессов, потом – оптимизацию и лишь после этого переходить к самому управлению.

В связи со сказанным выше при кафедре прикладной информатики факультета компьютерных наук и телекоммуникаций БелГУ образована творческая группа, деятельность которой направлена на создание и развитие теоретических, методических и инструментальных средств моделирования и анализа организационных, информационных и технических систем. Кроме того, данное направление вытекает из необходимости создания технологии анализа и реинжиниринга бизнес-систем, бизнес-процессов, зафиксированной в перечне «Критических технологий федерального уровня»: «Создание технологий, повышающих “прозрачность” и управляемость организационно-деловых и производственно-технологических процессов (бизнес-процессов) посредством разработки и использования типовых формализованных электронных моделей, обеспечивающих анализ и реинжиниринг этих процессов» (2.7.2).

В рамках этой деятельности разработана *методология системно-объектного (системологического) анализа и проектирования сложных систем*, которая впервые сочетает в себе возможности и преимущества системного и объектного подходов. Разви-



тием и формализацией данной методологии является метод и алгоритм анализа «Узел-Функция-Объект» (УФО-анализ) [1]. УФО-анализ предназначен для выполнения проектов по реинжинирингу бизнес-процессов, а также может быть сориентирован на проектирование информационных или технических систем. Основу метода составляет формально-семантический алфавит элементов и связей анализируемых систем, а также их репозитории (библиотеки).

В целях автоматизации применения УФО-анализа спроектирован и реализован CASE-инструментарий «UFO-toolkit» (свидетельство «Роспатента» №2006612046) [2, 3]. UFO-toolkit является знаниеориентированным CASE-инструментарием поддержки процессов системно-объектного визуального графо-аналитического моделирования и анализа. Инструмент обеспечивает представление любой системы (подсистемы и т. д.) в виде **УФО-элемента**, т.е. трехэлементной конструкции «Узел-Функция-Объект». Где «Узел» – это точка пересечения входных и выходных связей (поток) в структуре разрабатываемой системы; «Функция» – процесс перевода входа в выход, т.е. процесс, обеспечивающий баланс «втекающих» и «вытекающих» потоков/связей данного узла; «Объект» – субстанция, реализующая данную функцию.

Суть алгоритма УФО-анализа может быть представлена следующими основными шагами:

- выявление узлов связей в структуре моделируемой системы на основании функциональных связей системы в целом;
- выявление функциональности, поддерживающей (обеспечивающей, балансирующей) обнаруженные узлы;
- определение объектов, соответствующих выявленной функциональности, т.е. ее реализующих.

При этом первый шаг может быть отождествлен с этапом собственно анализа системы, второй – с этапом ее проектирования, а третий – с ее реализацией.

УФО-элементы, собранные в различные конфигурации, образуют **диаграммы взаимодействия элементов**, которые позволяют визуализировать функциональность элементов системы более высоких уровней. Таким образом, разрабатываемая система представляется в виде иерархии УФО-элементов. Данное представление позволяет учесть различные аспекты (структурные, функциональные, объектные) рассмотрения этой системы в одной системно-объектной модели (**УФО-модели**). УФО-элементы могут храниться в специальных библиотеках (репозиториях) для обеспечения компонентного подхода к моделированию бизнес-систем.

Иерархия УФО-элементов и их конфигураций, которую поддерживает UFO-toolkit, основана на классификации связей (поток), пересечения которых и образуют узлы. Моделирование любой системы начинается со специализации **базовой классификации связей** под конкретную предметную область. Абстрактный класс «Связь (L)» в базовой классификации связей делится на подклассы «Материальная связь (M)» и «Информационная связь (I)»; класс материальных связей делится на подклассы «Вещественная связь (S)» и «Энергетическая связь (E)»; класс информационных связей делится на подклассы «Связь по данным (D)» и «Управляющая связь (C)». Классификация связей позволяет использовать формальные правила сборки конфигураций УФО-элементов при создании диаграмм взаимодействия (моделей).

UFO-toolkit позволяет в значительной степени автоматизировать аналитическую деятельность за счет формирования и использования библиотек УФО-элементов, а также за счет использования формальных правил сборки конфигураций из этих элементов (построения диаграмм).

Библиотеки представляют собой концептуальные модели соответствующих областей или отраслей бизнеса, в которых хранятся их структурные, функциональные и субстанциальные характеристики. При этом библиотеки могут содержать не только одиночные УФО-элементы, но и их иерархии, что позволяет повторно использовать готовые под-



системы и системы. Таким образом, библиотеки представляют собой базу знаний специальной конфигурации, в которой хранятся УФО-элементы, соответствующие определенным классам бизнес-систем. Бизнес-системы классифицируются в зависимости от типов входных и выходных связей. Рассматриваются следующие типы входных связей: *производственные, обеспечивающие (вещественные, энергетические и информационные), управляющие*; и следующие типы выходных – *продуктовые, информационные, отходы*. Это позволяет выделить следующие классы бизнес-систем: *производственные, транспортные и распределительные*, для каждого из которых целесообразно рассматривать три подкласса: «*вещества*», «*энергии*» и «*информации*».

При сборке конфигураций УФО-элементов учитываются *правила системной декомпозиции*: присоединения (элементы должны присоединяться друг к другу в соответствии с типами присущих им связей); баланса (при присоединении элементов друг к другу в соответствии с правилом 1 должен обеспечиваться качественный и количественный баланс «притока» и «оттока» по входящим и исходящим функциональным связям); реализации (при присоединении элементов друг к другу в соответствии с правилами 1 и 2 должно быть обеспечено соответствие интерфейсов и объектных характеристик функциональным).

Использование библиотек УФО-элементов и формальных правил сборки конфигураций позволяет автоматизировать процесс построения диаграмм взаимодействия (УФО-моделей). Для этого необходимо перед началом моделирования, во-первых, доработать классификацию связей с учетом особенностей данного бизнеса и, в первую очередь, с учетом миссии бизнес-системы. Во-вторых, адаптировать наиболее подходящую для данного случая библиотеку УФО-элементов таким образом, чтобы она включала как можно больше частей, потенциально пригодных для моделирования (сборки) системы. В-третьих, необходимо с максимальной степенью точности и подробности описать моделируемую систему в целом в виде узла, т.е. перекрестка входных и выходных связей из доработанной классификации. В-четвертых, при моделировании бизнеса необходимо использовать только такие конфигурации, которые могут быть названы «*логистическими конфигурациями*». Данные конфигурации отличаются тем, что любой выход каждого элемента такой конфигурации или повторяет его вход, или является выходом такого типа, которого еще не было во всей этой конфигурации, начиная с входа первого элемента. Это соответствует реальной действительности, так как, если из какого-то материала или сырья сделана некоторая деталь, то никогда не происходит процесса превращения этой детали обратно в этот же материал. При выполнении названных условий построение модели бизнес-системы из частей может рассматриваться как сборка УФО-конфигурации из библиотечных УФО-элементов, которая выполняется по формальным правилам, т.е. может выполняться автоматически.

Как видно из сказанного выше, процедуры анализа и синтеза бизнес-систем в УФО-технологии зависят от тех УФО-элементов, на которые осуществляется декомпозиция системы или из которых собирается целая система. Данное обстоятельство приводит к тому, что эффективность анализа и синтеза систем в значительной степени зависят от имеющихся в распоряжении аналитика «алфавитных» УФО-элементов или от содержания библиотеки таких элементов.

Для формального обеспечения (т.е. автоматизации) процедур системно-объектного моделирования в УФО-технологии применен математический аппарат теории паттернов Гренандера. При этом показано полное соответствие УФО-элемента элементарному объекту (паттерну первого уровня) теории паттернов – «образующей», диаграммы взаимодействия УФО-элементов паттерну следующего уровня – «конфигурации», а контекстной УФО-модели – «изображению». Кроме того, разработана паттерновая модель УФО-анализа, сформулирован и доказан ряд утверждений, определяющих требования к множеству УФО-элементов (УФО-библиотеке), необходимых для построения УФО-конфигурации, соответствующей контекстному представлению системы в виде изображения [4].



В настоящее время метод УФО-анализа и инструментарий, его автоматизирующий, (т.е. УФО-технология) развиваются в следующих основных направлениях:

- обеспечение имитации функционирования бизнес-системы на ее визуальной графоаналитической модели;
- преобразование УФО-библиотеки в систему управления организационными знаниями;
- создание на основе УФО-подхода метода компьютерного представления знаний и вывода на них;
- автоматизация построения УФО-моделей (УФО-конфигураций) по их контекстному представлению (т.е. по УФО-изображениям);
- разработка методов и средств проведения финансовых вычислений на основе УФО-моделей.

Рассмотрим некоторые из этих направлений более подробно.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ ЗНАНИЯМИ НА ОСНОВЕ УФО-БИБЛИОТЕКИ

Одним из наиболее перспективных отличий UFO-toolkit, от подобных программ является возможность частичной автоматизации построения диаграмм, отражающих деятельность предприятия или какие-либо бизнес-процессы. Данная автоматизация реализуется за счёт возможности хранения ранее разработанных УФО-элементов в специальных библиотеках и последующего их использования в новых моделях. Но при больших размерах библиотеки выборка УФО-элемента становится достаточно долгим процессом, так как при выборке УФО-элемента программа просматривает и анализирует каждый УФО-элемент, содержащийся в библиотеке (подробнее о недостатках библиотеки UFO-toolkit [5]).

Данный процесс, в какой-то степени, можно сократить за счёт классификации бизнес-систем (рис. 1). За счёт данной классификации УФО-элемент можно будет помещать в специальную библиотеку для данного типа элементов. При выборке элементов, зная тип нужного пользователя УФО-элемента, можно будет анализировать не все объекты, а только те, которые находятся в библиотеке, отведенной для такого типа элементов.



Рис. 1. Иерархия классов УФО-элементов

Рассмотрим процесс проектирования прототипа приложения-конвертера проектов UFO-toolkit.

Начнем с концептуальной модели приложения-конвертера. Для начала определим, а что же наше приложение должно делать. Его функции можно свести к следующему перечню:



- 1) отделение библиотеки от модели (в данный момент библиотека УФО-элементов и модель сохраняются в одном XML-файле);
- 2) преобразование библиотек; старого образца – в библиотеку с новой структурой хранения УФО-элементов;
- 3) приложение, содержащее модуль обработки библиотеки нового типа, т.е. должно предоставлять следующие возможности:
 - а) добавление новых УФО-элементов. При добавлении УФО-элемента необходимо проанализировать набор входных и выходных связей и структуру УФО-элемента (иерархию УФО-элементов), таким образом, чтобы имелась возможность находить не только добавленный УФО-элемент, но и все его дочерние элементы. Всем УФО-элементам должен быть присвоен уникальный идентификатор;
 - б) выборка УФО-элементов, с заданными наборами входных и выходных портов с автоматической сортировкой по степени соответствия. Степень соответствия вычисляется по формуле:

$$\frac{200.0 \% \cdot \text{ConnectedCount}}{\text{InputSelCount} + \text{OutputSelCount} + \text{InputPortCount} + \text{OutputPortCount}},$$

где: ConnectedCount количество портов, которые соответствуют заданным, InputSelCount – количество заданных выходных портов, OutputSelCount – количество заданных входных портов, InputPortCount – количество входных портов УФО-элемента, OutputPortCount – количество выходных портов УФО-элемента.

- Стопроцентное соответствие получают те УФО-элементы, набор входных и выходных портов которых полностью идентичен заданному;
- в) удаление УФО-элементов по заданным идентификаторам. Должны быть удалены УФО-элементы со всеми дочерними элементами;
- 4) приложение должно предоставлять возможности отслеживания скорости выполнения приведенных выше операций.
- Исходя из выше перечисленных требований, контекстная модель приложения примет вид, представленный на рис. 2.

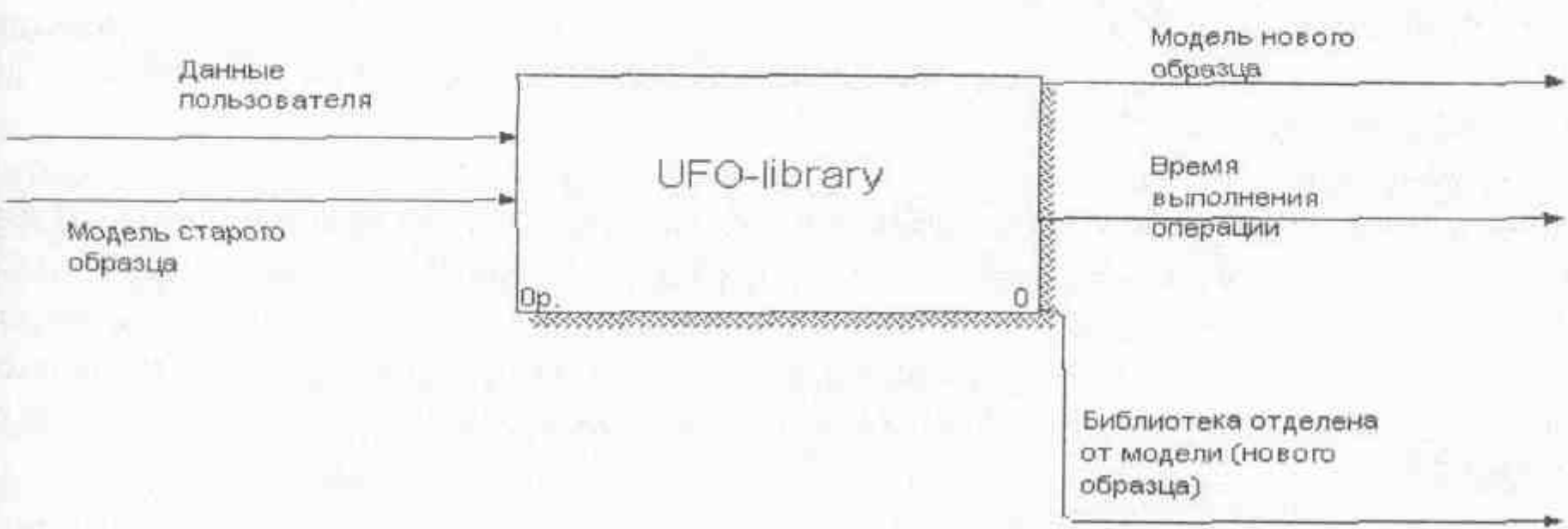


Рис.2. Контекст приложения

Как видно из рис. 2, входными данными являются: во-первых, сама модель старого образца и, во-вторых, данные пользователя, т.е. это может быть новый УФО-элемент или номер удаляемого УФО-элемента и т.п. Что касается выхода, то здесь модель нового образца и отделенная от нее библиотека (собственно цель всего приложения), а также приложение будут отчитываться перед пользователем за время проведения какой-либо операции с библиотекой нового типа. Этому соответствует выходная связь «время выполнения операции».



Проектируемая база знаний будет хранить в себе УФО-элементы, т.е. организационные системы, характеризующиеся:

- узлом – перекресток входящих и выходящих связей;
- функцией – деятельность, выполняемая организационной системой или преобразование входа в выход;
- объектом – некая субстанция, реализующая соответствующую функцию.

Помимо всех вышеперечисленных характеристик УФО-элемента, не стоит забывать о классификации УФО-элементов, на которой, собственно говоря, и будет основана проектируемая база знаний, т.е. к вышеперечисленным характеристикам организационной системы можно добавить такие характеристики, как тип и объект деятельности УФО-элемента. Данная характеристика может принять одно из значений, показанных на рис. 1.

Таким образом, как видно из рис. 1, УФО-элемент может принадлежать одному из девяти классов. В свою очередь определение типа и объекта деятельности УФО-элемента осуществляется за счет анализа входящих и выходящих связей. Исходя из вышесказанного, можно выделить требования к будущей базе знаний (БЗ), которая должна:

- предоставлять возможности хранения узлов;
- предоставлять возможности хранения входящих и выходящих связей, причем данные связи характеризуются принадлежностью к определенному узлу;
- обеспечить хранение функций, причем функция характеризуется принадлежностью к определенному узлу;
- предоставлять возможности хранения в себе объектов, которые в свою очередь характеризуются определенной функцией;
- обеспечить возможность хранения сложных УФО-элементов, т.е. таких, функции которых реализуют не только объекты, но и УФО-элементы нижнего уровня иерархии, другими словами, база знаний обеспечивает хранение иерархии УФО-элементов.

В итоге логическая модель БЗ примет вид, представленный с помощью программного пакета ERwin на рис. 3.

МЕТОД КОМПЬЮТЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ И ВЫВОДА НА НИХ НА ОСНОВЕ УФО-ПОДХОДА

При поиске наиболее удобных, рациональных средств и форм информационного обмена человек чаще всего сталкивается с проблемой компактного, однозначного и достаточно полного представления знаний.

Для представления знаний необходимо пользоваться некоторой конструктивной системой правил (формализмом представления знаний). Человек пользуется естественным формализмом – языком, письменностью. Мысль, которую нельзя выразить в языковой конструкции, не может быть включена в информационный обмен. Использование языковых систем и диалектов повышает надёжность информационного обмена, снижая возможность неправильного истолкования передаваемой информации и уровень шумов в сообщениях.

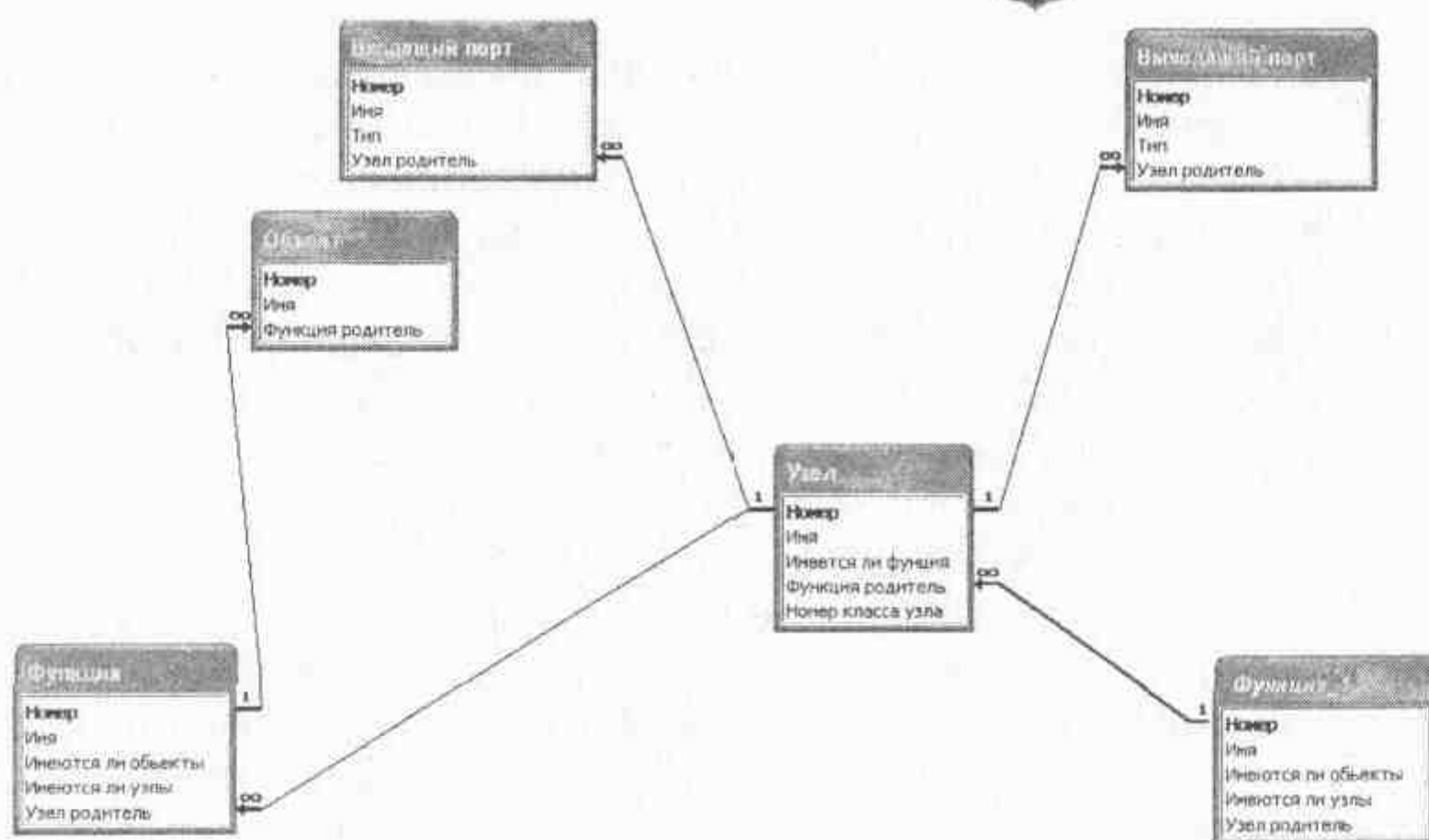


Рис. 3. Логическая модель данных

Одной из важных форм (методов) формализации знаний является их *представление с помощью классификации*. Этот метод очень важен на начальном этапе формирования базовых знаний, так как позволяет решать такие важные задачи как фиксация знаний, поиск по образцу, сравнение и др.

В интеллектуальных системах знания о предметной области представлены в виде декларативной (описательной) модели знаний и соответствующих правил вывода на них, явно не зависящих от процедуры их обработки. Для этого используются модели представления знаний, описанные ниже.

1. **Продукционная модель** (наиболее распространена в приложениях). Достоинством продукционной модели является удобство вывода, недостатком – представление только процедурных знаний.

2. **Семантическая сеть**. Достоинство семантических сетей – наглядность представления понятийных знаний, с их помощью удобно представлять причинно-следственные связи между элементами знаний, а также структуру сложной системы знаний. Недостаток таких сетей – сложность вывода, поиска подграфа, соответствующего запросу.

3. **Фреймовая модель** представления знаний удобна для описания структуры и характеристик однотипных объектов (процессов, событий), описываемых фреймами – специальными ячейками (шаблонами) фреймовой сети. Достоинством и одновременно недостатком фреймовых моделей является их ориентированность на описание стандартных типовых ситуаций.

4. **Логическая модель**. Такая модель удобна для представления логических взаимосвязей между фактами, однако она весьма ограничена по своим возможностям в связи с тем, что использует только формальные системы для описания знаний.

Несмотря на большие возможности традиционных способов представления знаний, они не позволяют представлять знания наглядно, в визуальной графической форме. Кроме того, традиционные способы не позволяют представлять знания в полностью структурированном виде.

В последнее время всё чаще возникают работы в самых разных предметных областях, излагающие свой материал в графической форме. Производит впечатление значительный объём графического материала во всех этих работах, который играет в них ту же серьёзную роль, что и традиционный текст на естественном языке.

К сожалению, как правило, эти разработки основаны на самодеятельных, никак не обоснованных подходах к их построению.



Ещё более широко изложение материала в графической форме используется в работах из области технических наук и бизнес-практики. Использование во всех подобных случаях стандартного языка *функционального моделирования* систем (например, IDEF0) было бы значительным шагом вперёд по пути повышения однозначности и эффективности обмена информацией.

Одной из главных задач эффективного, достоверного функционального моделирования является результативная работа с информацией и знаниями. Целесообразность рассмотрения функционального моделирования как способа представления знаний обусловлена его широким использованием для решения задач управления знаниями в организациях. Реализуя концепцию управления знаниями, используемыми в процессе функционального моделирования, организация значительно повышает свою конкурентоспособность [6].

Однако, известные способы функционального (системно-структурного), а также объектного моделирования организационных систем ориентированы либо только на описание процессов и связывающих их потоков, либо только на описание классов и объектов без учёта материальных и информационных потоков. В связи с этим предлагается использовать для представления (моделирования) знаний УФО-подход.

С помощью данного подхода могут быть интегрированы особенности различных традиционных методов представления знаний. Это объясняется тем, что моделирование систем с учетом их узловых характеристик есть представление знаний о них в виде семантической сети. Моделирование систем с учетом их функциональных характеристик может осуществляться с использованием продукций или логики предикатов. Моделирование систем с учетом их объектных характеристик может осуществляться с помощью фреймов. Таким образом, существует перспектива создания нового интегрального метода представления знаний, основанного на результатах современных системных исследований.

Рассмотрим идею создания данного метода подробнее и проиллюстрируем ее с помощью диаграмм, выполненных в среде «UFO-toolkit».

Методы компьютерного представления знаний всегда включают в себя определенные правила вывода, называемые *механизмами логического вывода*. Поэтому для разработки на основе УФО-подхода метода компьютерного представления знаний необходимо сформулировать или четко определить эти механизмы.

Допустим, что имеется УФО-модель, представляющая собой совокупность взаимосвязанных узлов. Эту совокупность можно рассматривать как *семантическую сеть*, так как все связи имеют смысловое значение, определяемое их классификацией. Для вывода на такой сети может быть использован известный принцип *сопоставления по совпадению*, который основан на представлении вопроса к системе в виде фрагмента семантической сети с использованием тех же названий сущностей (узлов) и связей, что в основной сети, и реализации процедуры «наложения» вопроса на сеть и поиска такого его положения, которое соответствует ответу на вопрос [7]. С точки зрения теории графов это нахождение подграфа на графе. В нашем случае, например, может быть осуществлено построение организационной диаграммы предприятия с помощью его УФО-модели путем нахождения подграфа, содержащего только управляющие связи (рис. 4). Кроме того, с помощью УФО-модели, как семантической сети, могут быть выявлены *логистические цепочки* удовлетворения конечных пользователей или потребителей.

Пусть имеется УФО-модель, представляющая собой совокупность взаимосвязанных узлов, для которых определены функции. Эти функции могут быть определены в виде продукций и, таким образом, представлять собой *производственную систему*. В производственной системе различают два типа логического вывода: прямой и обратный выводы. Прямой вывод позволяет проследить *технологическую цепочку* изготовления какого-либо товара или изделия. Обратный вывод позволяет определить потребность в исходных продуктах (сырье) для получения конечных товаров (изделий) определенного вида (рис. 5).

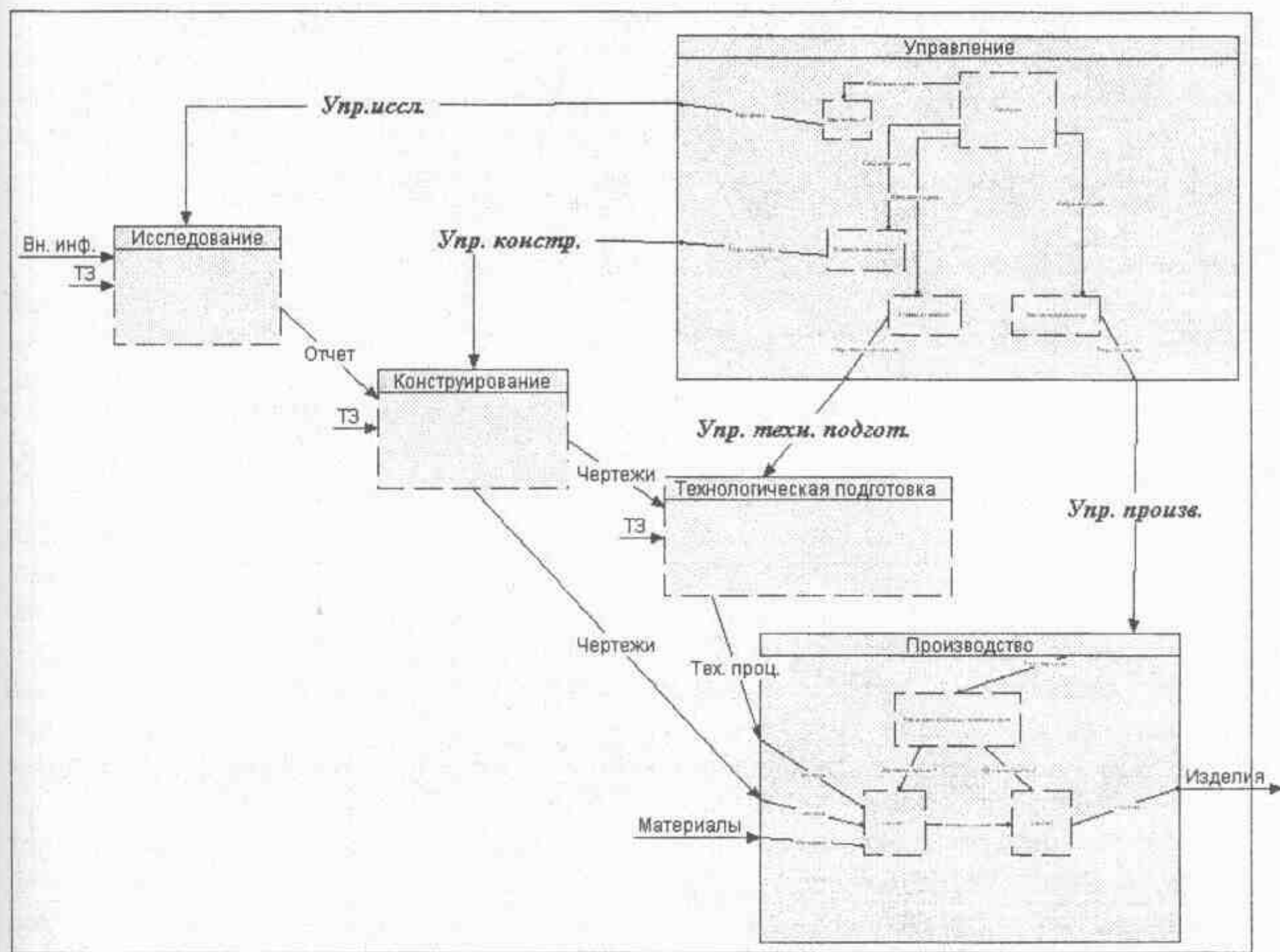


Рис. 4. Пример вывода подграфа управления на сети по принципу сопоставления

Рассмотрим УФО-модель, представляющую собой совокупность взаимосвязанных узлов с функциями, для которых определены объекты. Эти объекты могут быть описаны с помощью *фреймовой системы*. Фреймовая модель знаний имеет сложную иерархическую структуру, отражающую реальные объекты (понятия) некоторой предметной области [7]. Механизм логического вывода в этом случае основан на обмене значениями между одноименными слотами различных фреймов и выполнения присоединенных процедур (рис. 6). Этот механизм позволяет, например, осуществлять планирование деятельности сотрудников и распределение поручений между ними.

На рис. 6 показан вывод, осуществляемый в результате обмена значениями, между одноименными слотами на основании определенного признака наследования и выполнения конкретной процедуры. Таким образом может быть реализована возможность определения системой сроков отчетности подчиненными сотрудниками в соответствии со сроками отчетности их руководителя, а также возможность уведомления в случае нарушения этих сроков.

В УФО-модели, представляющей собой совокупность взаимосвязанных узлов с функциями, для которых определены объекты, все три способа представления знаний будут объединены и связаны между собой. Данная связь может быть обеспечена, например, в результате учета в слотах фреймов (описывающих объекты) продукций (описывающих функции) и связей между узлами. Это позволит компенсировать недостатки отдельных способов представления знаний и повысит достоверность вывода [8].

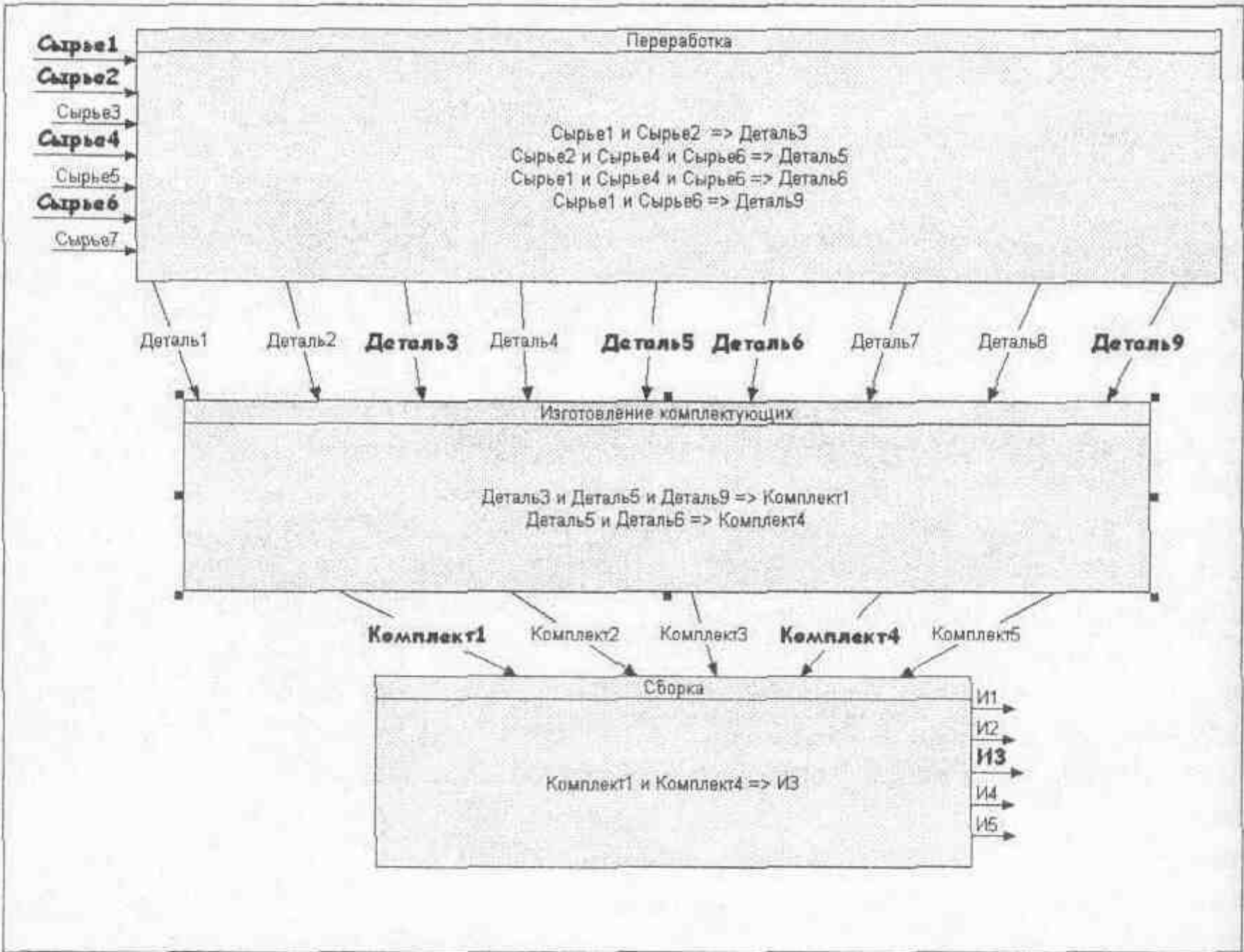


Рис. 5. Пример обратного вывода в системе продукций

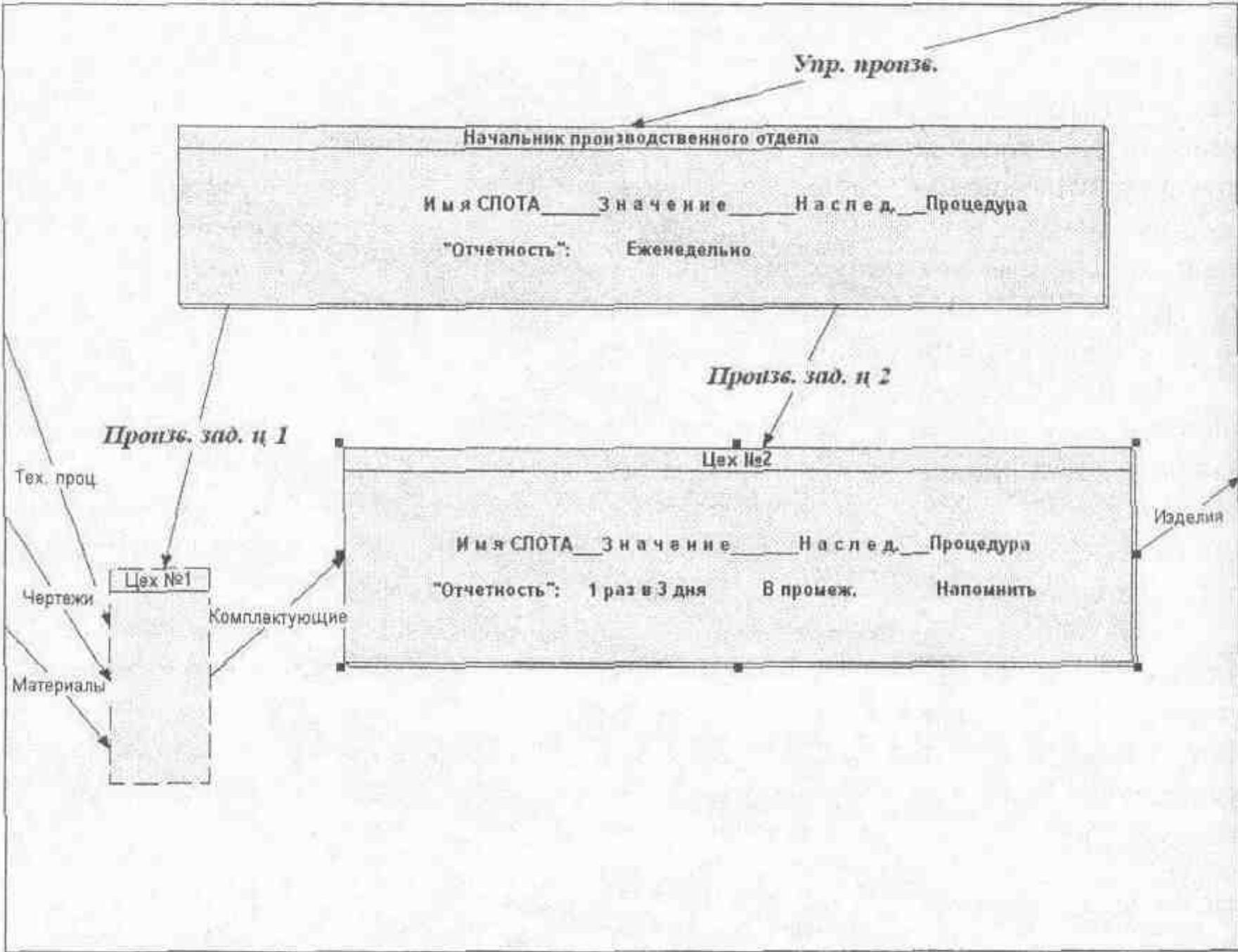


Рис. 6. Пример вывода на фреймах путем обмена значениями между слотами



Создание универсального метода представления знаний предполагает единообразное описание различных способов представления знаний с помощью одного формального математического аппарата. В настоящее время, по мнению авторов, на роль такого аппарата претендует теория паттернов Гренандера.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ УФО-МОДЕЛЕЙ

UFO-toolkit позволяет в значительной степени автоматизировать аналитическую деятельность за счет формирования и использования библиотек (репозитариев) УФО-элементов, а также за счет использования формальных правил сборки конфигураций из этих элементов (построения диаграмм).

Данное обстоятельство связано с тем, что процедура УФО-анализа с помощью UFO-toolkit производится следующим образом.

Во-первых, дорабатывается классификация связей с учетом особенностей данного бизнеса и с учетом миссии бизнес-системы. Во-вторых, адаптируется наиболее подходящая для данного случая библиотека УФО-элементов таким образом, чтобы она включала как можно больше частей, потенциально пригодных для моделирования (сборки) системы. В-третьих, с максимальной степенью точности и подробности описывается моделируемая система в целом в виде узла, т.е. перекрестка входных и выходных связей из доработанной классификации. В-четвертых, при моделировании бизнеса используются только такие конфигурации, которые могут быть названы *«логистическими конфигурациями»*.

Данные конфигурации отличаются тем, что любой выход каждого элемента такой конфигурации или повторяет его вход, или является выходом такого типа, которого еще не было во всей этой конфигурации, начиная с входа первого элемента. Это соответствует реальной действительности, так как, если из какого-то материала или сырья сделана некоторая деталь, то никогда не происходит процесса превращения этой детали обратно в этот же материал. При выполнении названных условий построение модели бизнес-системы из частей может рассматриваться как сборка УФО-конфигурации из библиотечных УФО-элементов, которая выполняется по формальным правилам, т.е. может выполняться автоматически.

Как видно из сказанного выше, процедуры анализа и синтеза бизнес-систем в УФО-технологии зависят от тех УФО-элементов, на которые осуществляется декомпозиция системы или из которых собирается целая система. Данное обстоятельство приводит к тому, что эффективность анализа и синтеза систем в значительной степени зависят от имеющихся в распоряжении аналитика «алфавитных» УФО-элементов или от содержания библиотеки таких элементов.

Для формального обеспечения (т.е. автоматизации) процедур системно-объектного моделирования в УФО-технологии применен математический аппарат теории паттернов Гренандера. При этом показано полное соответствие УФО-элемента элементарному объекту (паттерну первого уровня) теории паттернов – «образующей», диаграммы взаимодействия УФО-элементов паттерну следующего уровня – «конфигурации», а контекстной УФО-модели – «изображению». Кроме того, разработана паттерновая модель УФО-анализа, сформулирован и доказан ряд утверждений, определяющих требования к множеству УФО-элементов (УФО-библиотеке), необходимых для построения УФО-конфигурации, соответствующей контекстному представлению системы в виде изображения [4].

На основании этих результатов в настоящее время осуществляется реализация модуля автоматического построения диаграмм взаимодействия. Данный модуль решает задачу автоматической сборки УФО-модели из библиотечных УФО-элементов в соответствии с заданным контекстом.

Алгоритм построения диаграмм взаимодействия УФО-элементов состоит в следующем.



На вход подается библиотека готовых УФО-элементов и контекстная диаграмма, содержащая внешние функциональные связи системы, отражающие постановку задачи на разработку. Работа алгоритма начинается с поиска элемента в библиотеке, закрывающего наибольшее количество входов системы. Процесс продолжается до тех пор, пока не будут закрыты все входы системы или в библиотеке больше не останется ни одного элемента закрывающего хотя бы один вход. Найденный ряд УФО-элементов добавляется на диаграмму, после чего соединяются выходы найденных УФО-элементов, совпавшие с выходами системы. Далее, если остались свободные выходы системы, алгоритм выбирает УФО-элемент из библиотеки, закрывающий наибольшее количество выходов системы. Процесс продолжается до тех пор, пока не будут закрыты все выходы системы или в библиотеке больше не останется ни одного элемента закрывающего хотя бы один выход. Далее алгоритм повторяется с начала, но теперь входами системы являются выходы найденного ряда входных элементов, а выходами – входы найденного ряда выходных элементов.

Таким образом, алгоритм является рекурсивным и строит диаграмму по слоям, одновременно двигаясь от входов и выходов системы. Условием останова алгоритма является закрытие всех выходов системы или достижение максимально допустимого уровня вложенности. Библиотека, поданная на вход алгоритма, может не содержать необходимых УФО-элементов, поэтому на построенной диаграмме могут остаться “висячие” связи. В процессе работы алгоритма элементы из библиотеки выбираются таким образом, чтобы ни одна из последовательностей УФО-элементов не содержала одинаковых связей. Это ограничение позволяет устранить заикливание алгоритма.

В перспективе CASE-инструмент UFO-toolkit должен учитывать при автоматической сборке УФО-конфигураций (построении диаграмм взаимодействия) функциональные ограничения и количественные требования, предъявляемые к бизнес-процессу. Для этого алгоритм автоматического построения диаграмм должен учитывать как функциональные характеристики УФО-элементов, так и их объектные характеристики. Рассматривается возможность применения генетических алгоритмов для получения приемлемого по быстродействию и качеству алгоритма построения УФО-моделей. Это позволит при использовании УФО-библиотек с большим количеством хранимых УФО-элементов и генерации множества вариантов диаграмм взаимодействия по узловым характеристикам обеспечить обоснованное их сокращение и оптимизацию.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ УФО-МОДЕЛЕЙ

Рассматривая вопросы структурного анализа финансовых операций, необходимо учитывать следующее обстоятельство. Любая методика структурного анализа должна включать стоимостный анализ. В противном случае произойдет отрыв самой содержательной, с экономической точки зрения, части анализа сложной финансовой операции, отражающей наиболее существенные аспекты функционирования, от структурной составляющей. Такой вывод не является чем-то неожиданным. Известное программное средство структурного анализа BPWin включает как часть реализации методики IDEF0 стоимостный анализ, но он осуществляется не с позиции финансиста, а с позиций бухгалтера.

Такой подход, игнорирующий полностью временную стоимость денег и необходимость дисконтирования, не может быть признан адекватным, поскольку [9] доказано, что время является одним из важнейших факторов при образовании финансовых систем. Поэтому любая сложная финансовая операция, изучаемая с позиций системного анализа, т.е. рассматриваемая как финансовая система, не может изучаться без учета этого системообразующего фактора.

Нужно отметить, что системный анализ финансовых операций находится на этапе развития, не все важные в теоретическом или практическом плане вопросы уже решены.



Тем не менее, инструмент, необходимый при структурном анализе финансовых операций, существует [10] в виде достаточно простой с вычислительной точки зрения процедуры расчета агрегированного показателя доходности системы финансовых операций. Наиболее существенным является то, что любая сложная финансовая операция может быть сведена к системе краткосрочных финансовых операций, а именно в этом случае результаты являются наиболее полными и прозрачными [11].

В несколько упрощенной формулировке основной результат, касающийся систем краткосрочных финансовых операций, формулируется следующим образом: произвольная совокупность простых финансовых операций производственного типа образует систему (т.е. для нее существует агрегированный показатель доходности), если доходности составляющих операций не превышают 100% (для совокупности локализованной на одном базовом периоде) или $\approx 71\%$ (для совокупности локализованной на двух соседних базовых периодах). Граничные доходности настолько велики, что сформулированные условия образования финансовой системы не выполняются только в условиях гиперинфляции.

Простая финансовая операция производственного (инвестиционного) типа характеризуется тем, что на входе осуществляются финансовые затраты, на выходе получается финансовый результат (например, операция кредита для кредитора является производственной). Данная абстракция хорошо отражает реальную ситуацию в торговле или производстве, когда можно считать, что во время протекания операции денежных поступлений и затрат нет. Данный критерий (отсутствие на периоде операции денежных затрат и поступлений) дает естественную границу структурной детализации сложной финансовой операции или любой другой операции, для которой существенен финансовый результат.

При бухгалтерском подходе в стоимостном анализе все затраты и поступления средств отнесены к одному моменту времени, весь анализ фактически сводится к подсчету алгебраической суммы (с учетом отрицательного знака для затрат). Однако так жестко абстрагироваться от временного фактора в вопросах экономического анализа не принято, и, что особенно важно, такой подход не дает возможности изучать эволюцию системы во времени. Включение в CASE-средство стоимостного анализа в финансовом аспекте может осуществляться только на основе представления сложной операции в виде системы простых операций с вычислением, как доходностей отдельных составляющих, так и с последующим расчетом агрегированной доходности. Для характеристики сложной операции в целом, агрегированный показатель доходности является наиболее существенным, поскольку наиболее полно отражает ее результативность в расчете на единицу вложенных средств. Использование же абсолютных (пусть и дисконтированных) денежных показателей значительно затрудняет сравнительный анализ.

Согласование двух различных по своей природе методик: структурного (IDEF0) или системно-объектного (UFO-toolkit) и финансового системного анализа осуществляется весьма органично, что, вероятно, отражает существующие глубокие взаимосвязи. Атомарной (неделимой) структурной единицей в этом случае является диаграмма простой операции. Нотация обобщенной методики структурного (IDEF0 + системный финансовый анализ) анализа является сужением обычной нотации IDEF0, получается удалением всех потоков (и соответствующих им стрелок на диаграмме), кроме финансового потока. Нотация методики системно-объектного (UFO + системный финансовый анализ) анализа в этом случае просто определяется классификацией финансовых потоков. В этом проявляется абстрагирование от конкретной природы простой операции, внимание сосредотачивается только на финансовом результате. Каждая простая операция производственного типа характеризуется четырьмя параметрами: начальными затратами K , датой временем начала операции t , периодом (длительностью) T и финансовым результатом S . Доходность r_{ef} простой операции вычисляется по формуле эффективного процента:

$$r_{ef} = \left(\frac{S}{K} \right)^{\frac{1}{T}} - 1,$$



она не зависит от времени начала операции. Агрегированная же доходность (т.е. доходность сложной операции), напротив, существенным образом зависит от времени начала простых операций. Пусть $ПО_1, ПО_2, \dots, ПО_N$ – простые операции (получены применением методики IDEF0), составляющие сложную операцию. Тогда агрегированная доходность r находится как корень уравнения:

$$\sum_{i=1}^N \left(S_i \left(\frac{1}{1+r} \right)^{T_i} - K_i \left(\frac{1}{1+r} \right)^{t_i} \right) = 0.$$

Очевидна зависимость агрегированной доходности от временной привязки простых операций. Момент отсчета времени при этом не существен и на значение агрегированной доходности не влияет.

Для расчетов существенным является то, что никакой роли не играет уровень вложенности той или иной простой операции или ее положение в иерархии операций. Не нужно последовательно агрегировать, переходя от уровня к уровню: доходность всей операции вычисляется за один шаг. Это связано с тем, что время (основной системообразующий фактор для финансовых систем) представляет собой линейно упорядоченное множество и не имеет иерархической или какой-либо иной сложной структуры. Другими словами, агрегирование в узлах с последовательным переходом на верхние уровни даст тот же результат, что и вычисление с использованием последнего уравнения.

Вместе с тем ясно, что структура сложной операции должна также оказывать влияние на значение доходности. Это влияние проявляется через коэффициенты последнего уравнения (не влияя на вид уравнения). Это, в частности, дает возможность за счет реинжиниринга бизнес-операции добиваться повышения ее доходности.

Можно предположить, что добавление в CASE-средство (в частности в UFO-toolkit) механизмов стоимостного анализа, существенно повысит их привлекательность для системных аналитиков и консультантов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрен оригинальный системно-объектный подход, основанный на представлении системы в виде трехэлементной конструкции «Узел-Функция-Объект» и новый программный инструмент моделирования бизнеса UFO-toolkit. Данный инструмент, как представитель CASE-средств, а также средств Business Intelligence, впервые может рассматриваться как инструмент, ориентированный на знания о моделируемой предметной области, а также как инструмент, удовлетворяющий требованиям экспертов управленческого консультирования по «сокращению разнообразия представляемых моделей». В сравнении с существующими средствами моделирования бизнеса, рассмотренные подход и инструмент имеют неограниченные перспективы своего развития, обусловленные конструктивностью системологической методологии.

Из всех потенциально возможных перспектив рассмотрены: преобразование УФО-библиотеки в систему управления организационными знаниями; создание на основе УФО-подхода метода компьютерного представления знаний и вывода на них; автоматизация построения УФО-моделей по их контекстному представлению; разработка методов и средств проведения финансовых вычислений на основе УФО-моделей. Обоснованы методы и средства реализации данных возможностей.

Литература

1. Маторин С.И. Моделирование организационных систем в свете нового подхода «Узел-Функция-Объект» / С.И. Маторин, А.С. Попов, В.С. Маторин // НТИ. – №1. – М.: ВИНТИ, 2005. – Сер. 2. – С. 1-8.
2. Маторин С.И. «UFO-toolkit» – BI-инструментарий нового поколения [Электронный ресурс] / С.И. Маторин, А.С. Попов. – Электрон. дан. (1 файл). – Режим доступа: <http://citforum.ru/consulting/BI/UFO/>. – Последнее обращение: 25.10.2005. – Загл. с экрана.



3. Маторин С.И. Знаниеориентированный VI-инструментарий нового поколения для моделирования бизнеса / С.И. Маторин, А.С. Попов, В.С. Маторин // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика и прикладная математика. – 2006. – №1(21). – Вып.2. – С. 80-91.
4. Синтез и анализ систем в свете подхода «Узел-Функция-Объект» / С.И. Маторин, Д.Б. Ельчанинов, С.В. Зиньков и др. // НТИ. – Сер. 2. – №8. – М.: ВИНТИ, 2006. – С. 10-16.
5. Маторин С.И. Организация библиотек в CASE – инструментарии моделирования бизнеса «UFO – toolkit» / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев // Материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. «Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах». – Новочеркасск, 2006. Ч. 3. – С. 23-28.
6. Дубейковский В.И. Практика функционального моделирования с AllFusion Process Modeler 4.1. Где? Зачем? Как? / В.И. Дубейковский. – М.: ДИАЛОГ ; МИФИ, 2004. – 464 с.
7. Уткин В.Б. Информационные системы и технологии в экономике / В.Б. Уткин, К.Б. Балдин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 335 с.
8. Представление знаний с применением системологических моделей «Узел-Функция-Объект» / О.А. Зимовец, С.В. Игрунова, С.И. Маторин, С.Н. Трубицин // Кибернетика и высокие технологии XXI века (С&Т 2007): материалы VIII Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж, 2007. – Т. 2. – С. 574-582.
9. Зубова Р.И., Тубольцев М.Ф. Проблема хронологии в статистике краткосрочного кредита / Р.И. Зубова, М.Ф. Тубольцев // Вопросы статистики. – 2000. – № 2.
10. Тубольцев М.Ф. Системная методика агрегирования показателей доходности в финансовых операциях / М.Ф. Тубольцев // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Системный анализ в экономике и управлении». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – №8(52). – С. 94-98.
11. Зубова Р.И., Тубольцев М.Ф. Регулярная методика агрегирования показателей доходности краткосрочных кредитных операций / Р.И. Зубова, М.Ф. Тубольцев // Вопросы статистики. – 2000. – № 11.

ABOUT PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF MODELLING OF BUSINESS «UNIT – FUNCTION – OBJECT»

**A.G. Zhiharev, O.A. Zimovets, S.V. Zinkov,
S.V. Igrunova, S.I. Matorin, M.F. Tuboltsev**

Belgorod State University, 308015, Belgorod, Pobeda, 85

Perspective directions of development of the original system-objective approach grounded on introducing of system in the form of a construction «Unit-Function-Object», and also program CASE-instrument, «UFO-toolkit», simulation automizing procedure by means of the given approach are considered.

Keywords: control of business processes, system-objective approach, unit, function, object, UFO-approach, UFO-analysis, UFO-element, UFO-model, UFO-library.